

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 55-069126

(43)Date of publication of application : 24.05.1980

(51)Int.Cl.

G02F 1/17

G09F 9/00

(21)Application number : 53-142619

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 17.11.1978

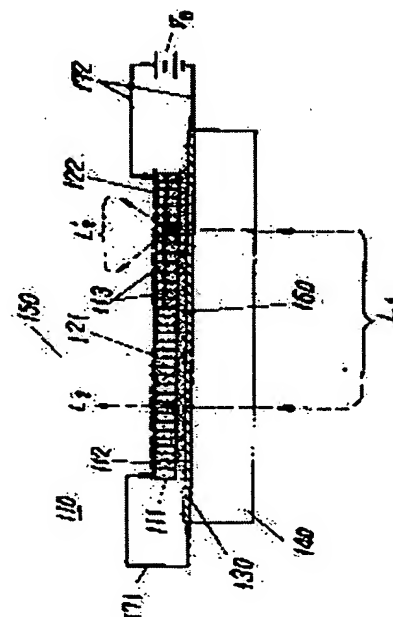
(72)Inventor : KOBASHI TADAO

(54) LIGHT CONTROL UNIT

(57)Abstract:

PURPOSE: To change the light transmittance (reflectance) of the composite body and modulate and control the external light to be radiated by selectively applying voltage to the surface of the composite body comprising containing light-transmittable liquid material in a plate form porous body thereby letting liquid material migrate.

CONSTITUTION: Light-transmittable liquid material (it is preferable that its refractive index be equal to that of a porous material 111) 112 is contained in the pores 113 of the plate-form porous plate 111 composed of light-transmittable dielectric material having a plurality of pores 113 in the thickness direction to form a composite body 110. This is then placed on a support plate 140 provided with electrodes 130 in such a manner that the liquid material 112 is flowable in a spacing part 160. Porous light-transmittable electrodes 121 (122) divided to a plurality are disposed on top of the porous body 111 to form the light control unit. When in the abovementioned device the electrodes 130 and 121 (122) are of the same potential, the composite body 110 of said portions are transparent and incident light transmits straightforward. When voltage is applied, the liquid material 112 flows into the spacing part 160 owing to electroosmosis and holes are produced in the upper part of the fine pores 113 and therefore the incident light is scattered.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑫ 特許公報(B2)

昭61-34648

⑥ Int. Cl.⁴ 識別記号 庁内整理番号
G 02 F 1/19 7304-2H
// G 09 F 9/00 6731-5C
H 04 N 5/74 7245-5C
9/31 8321-5C

⑭公告 昭和61年(1986)8月8日

発明の数 1 (全12頁)

⑮発明の名称 光制御装置

⑯特 願 昭53-142619

⑰公 開 昭55-69126

⑱出 願 昭53(1978)11月17日

⑲昭55(1980)5月24日

⑳発 明 者 小 橋 忠 雄 川崎市多摩区生田4896番地 松下技研株式会社内
㉑出 願 人 松下電器産業株式会社 門真市大字門真1006番地
㉒代 理 人 弁理士 中尾 敏男 外1名
審 査 官 石 井 良 和

1

2

㉓特許請求の範囲

1 透光性誘電体材料から成り、少なくともその一方の表面部が開放空間に面するよう支持された膜ないしは板状の多孔質体と、この多孔質体に含まれて、この多孔質体に透光性を付与する関係にある透光性液体材料とを含む複合体に、電圧を印加し、この電圧に応じた前記多孔質体に対する前記液体材料の移動により、前記開放空間に面する少なくとも一方の表面部の液体含浸率を制御する関係にある光制御装置。

2 特許請求の範囲第1項において、透光性誘電体材料と透光性液体材料の屈折率がほぼ等しく選ばれたことを特徴とする光制御装置。

3 特許請求の範囲第1項において、透光性誘電体材料が、ガラス、金属酸化物、磁器、有機合成樹脂及び天然繊維の少なくとも何れかから成り、且つ、一方の表面から他方の表面に実質的に貫通する多数個の間隙ないしは孔を有する多孔質体であることを特徴とする光制御装置。

4 特許請求の範囲第1項において、多孔質体が、一方の表面から対向する他方の表面に貫通する多数個の円状微細孔を有することを特徴とする光制御装置。

5 特許請求の範囲第4項において、多孔質体が、ニトロセルローズ、酢酸セルローズ、及びこれらの混合物、ポリプロピレン、ポリアミド、塩化ビニル樹脂の少なくとも何れかから成る透光性誘電体材料から成ることを特徴とする光制御装

置。

6 特許請求の範囲第2項において、透光性液体材料が、透光性誘電体材料の屈折率と比較して、大なる屈折率を有する液体材料と、小なる屈折率の液体材料とを少なくとも含む混合体であることを特徴とする光制御装置。

7 特許請求の範囲第1項において、透光性液体材料として、モノシラン及びシロキサン構造の何れかの構造を有し、官能基としてアルコキシ基ないしはアルキル基の少なくとも何れかを有する液体材料を含有することを特徴とする光制御装置。

8 特許請求の範囲第7項記載の装置において、透光性液体材料が、メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、メキルトリエトキシシラン、ビニルトリス(β-メトキシエトキシ)シラン、テトラアミルシリケート、フェニルトリメトキシシラン、ジメチルトリフェニルトリメトキシシロキサンの少なくとも何れかを含有することを特徴とする光制御装置。

9 特許請求の範囲第1項において、透光性液体材料が、官能基としては少なくともハロゲンないしはアルキル基の何れかを有するナフタレン系液体材料を含むことを特徴とする光制御装置。

10 特許請求の範囲第9項において、透光性液体材料としてα-クロルナフタレンないしはα-メチルナフタレンの少なくとも何れかを含有することを特徴とする光制御装置。

11 特許請求の範囲第1項において、複合体が

3

平板状の支持基材面上に設置され、この支持基材に対して反応側の複合体表面が開放空間に位置する関係にあることを特徴とする光制御装置。

12 特許請求の範囲第11項において、支持基材は透光性の絶縁材料から構成され、複合体の設置面上に、互に絶縁され、且つ交互に相隣る、少なくとも一方が透光性である二組の電極を設置し、この二組の電極間に電圧を印加する手段を有することを特徴とする光制御装置。

13 特許請求の範囲第12項において、一方の組の電極部と、これに隣接する電極間隙部の内、少なくとも電極部が不透明膜ないしは層で覆着され、他方の組の電極が透光性に構成されたことを特徴とする光制御装置。

14 特許請求の範囲第11項において、支持基材は透光性の絶縁材料から構成され、複合体と支持基材との間に第1の透光性電極を介在せしめ、複合体の第1の透光性電極に対する反対側の表面に、液体浸透性の第2の透光性電極を設置し、第1及び第2の透光性電極間に電圧を印加する手段を有することを特徴とする光制御装置。

15 15 特許請求の範囲第14項において、第1ないしは第2の透光性電極の何れかは互に絶縁された複数の透光性電極素子から成り、この電極素子と対向する他方の透光性電極との間に選択的に電圧を印加する手段を有することを特徴とする光制御装置。

16 特許請求の範囲第11項において、支持基材は光反射性ないしは不透明な金属電極から成り、開放空間に位置する複合体表面に単数ないしは互に絶縁された複数の液体浸透性の透光性電極素子を設置し、この電極素子と前記金属電極との間に、電圧を印加する手段を有することを特徴とする光制御装置。

17 特許請求の範囲第11項において、支持基材と複合体との間に光反射性ないしは不透明な層膜状の電極を介在せしめ、開放空間に位置する複合体表面に、単数ないしは互に絶縁された複数の液体浸透性の透光性電極素子を設置し、この電極素子と前記電極との間に選択的に電圧を印加する手段を有することを特徴とする光制御装置。

18 特許請求の範囲第11項において、支持基材と複合体との間に、互に絶縁された複数の光反射ないしは不透明な層膜状の電極素子を介在せ

4

しめ、開放空間に位置する複合体表面に、液体浸透性の透光性電極を設置し、この透光性電極と前記電極素子との間に選択的に電圧を印加する手段を有することを特徴とする光制御装置。

19 特許請求の範囲第17項もしくは18項において、光反射性導電膜が、相対する支持基材ないしは複合体の少なくとも何れかの表面に被着された蒸着金属膜であることを特徴とする光制御装置。

20 20 特許請求の範囲第17項もしくは18項において、不透明な膜状の導電膜が、相対する支持基材ないしは複合体の少なくとも何れかの表面に被着された、少なくともグラファイト粉末を含む導電塗料で構成されたことを特徴とする光制御装置。

21 特許請求の範囲第11項において、支持基材面上に、第1の導電膜が被着され、この導電膜と複合体との間に不透明材料を介在せしめると共に、複合体の開放空間に面する表面に液体浸透性の第2の透光性導電膜が被着されており、前記第1及び第2の導電膜間に電圧を印加する手段を有することを特徴とする光制御装置。

22 特許請求の範囲第21項において、第1及び第2の導電膜の何れかは、複数の互に絶縁された導電膜素子から構成され、これら複数の導電膜素子と他方の導電膜との間に選択的に電圧を印加する手段を有することを特徴とする光制御装置。

23 特許請求の範囲第21項において、不透明材料が少なくともカーボンブラックを含むことを特徴とする光制御装置。

24 特許請求の範囲第1項において、複合体は、二次元的な広がりを持ち、且つ相対する両面は開放空間に面すると共に、この両面に液体浸透性の透光性電極が被着され、この対向する両電極間に電圧を印加する手段を有することを特徴とする光制御装置。

25 25 特許請求の範囲第24項において、何れかの透光性電極は互に絶縁された複数の電極素子から構成され、この電極素子の夫々と対向する透光性電極間に選択的に電圧印加する手段と有することを特徴とする光制御装置。

26 特許請求の範囲第1項において、開放空間に面する複合体表面に沃化第一銅から成る透光性

にして液体浸透性の電極を具えたことを特徴とする光制御装置。

27 特許請求の範囲第1項において、開放空間に面する複合体表面に、酸化インジウム、酸化錫、及びこれらの固溶体の何れかの金属酸化物蒸着膜から成る透光性にして液体浸透性の電極を具えたことを特徴とする光制御装置。

発明の詳細な説明

本発明は電氣的に透過率、反射率などの光学的特性を変化せしめて、照射される外光を変調制御する新しい原理の光制御装置に関するものである。

従来、透過率や反射率など光学的特性を電氣的に制御するものとしては、液晶装置、光回折効果を制御するものとしては、ライトバルブに使用されるような付着電荷の寿命電引力に基づく油膜変形装置などが良く知られている。

しかし、液晶装置などでは、熱的に不安定で、液晶状態を保持する必要から動作温度が0°～60℃程度と低温にして且つ狭い温度範囲に保持する必要があり、また、水分や電解質混入による電気分解に基づく短寿命の問題、液晶分子を所定方向に配向させる困難さ、膜厚不整による動作の不安定化、広面積化が困難など、数多くの改良すべき余地を残している。

他方、油膜変形装置では、光回折を光強度の変化に変換するために複数年価なシュリーレン光学系を必要とし、油膜面を均一厚さに保持する必要から素子自身を水平に保持しなければならない。更にまた、動作の不安定化を防止するため素子及び光学系を含めての耐震性にも格別の配慮が要求される。

本発明はこれら従来の光制御装置の難点を改良する新しい原理の光制御装置の提供を目的とする。本発明にかかる光制御装置は、透光性誘電体材料から成り、少くともその一方の表面部が開放空間に面するよう支持された膜ないしは板状の多孔質体と、この多孔質体に含浸せられて、この多孔質体に透光性を付与する関係にある透光性液体材料とを含む複合体に、電圧を印加し、この電圧に応じた前記多孔質体に対する前記液体材料の移動により、前記開放空間に面する少くとも一方の表面部の液体含浸率を制御する関係にある光制御装置である。

ここで多孔質体とは、好ましくは、一方の表面から対向する他方の表面に実質的に貫通する形状を問わぬ孔、隙間、溝を有するものを特に可とするが、少くとも一方の表面に露出した開口部を有する、形状を問わぬ孔、隙間、溝を有すれば良く、必ずしもこれらは一方から対向する他方の表面に貫通していることを必要としない。

また、多孔質体を含浸せられて透光性を付与する透光性液体材料とは、実質的にはその光屈折率を多孔質体の屈折率に等しく、若しくはこれに近い値に選んで達成される。透光性液体材料は、単一材料に限定されず、複数種の材料から構成することもできる。

以下実施例について本発明の態様を説明する。

第1図は、本発明にかかる光制御装置の一実施例の縦断面構造図と給電方式を示す図である。

なお、本例に限らず、以下の実施例では説明の便宜上各部は適宜拡大表示してあるため、必ずしもその相対的寸法は、本文説明と一致していないものとする。

第1図において、110は、透光性透電体材料から成る膜ないしは板状の多孔質体111と、この多孔質体111に含浸された透光性液体材料112とから成る複合体で、その表面には、互に絶縁された透光性電極121、122が設けられている。

この複合体110は、表面に酸化錫等の金属酸化物からなる透光性電極130を被着した透明ガラス等の支持板140上に、設置、支持される。多孔質体111、すなわち複合体110の電極121、122側の面は、直接、開放空間150に面している。

多孔質体111は、電極130上に接着されることなく単に設置されていて、この間隙部160は、図に例示したごとく、透光性液体材料112が出入、移動できるように構成されている。

多孔質体111は、本例ではその厚み方向に貫通する互に独立した複数個の孔113を有し、液体材料120はこの孔113内に含浸される。

透光性誘電体材料としては、例えばニトロセルローズ、醋酸セルローズ、ないしはこれらの混合材料等の有機合成樹脂材料が好適である。これらは何れも透明な透電材料で、ニトロセルローズ、及び醋酸セルローズの屈折率 n_d は夫々1.47及び

1.51程度で、混合体ではこれらの中間値となる。多孔質体111は、これらの材料を適当な溶剤に溶解し、これらの溶液を平板上に薄く流し、その溶剤の蒸発制御によつて多孔質化すると共に孔径を制御する公知の製造方法で、いわゆるマイクロ

ポーラスメンブレンフィルターを構成して使用する。マイクロポーラスメンブレンフィルターは、一方の面から対向する他方の面に実質的に貫通するほぼ円形状断面の無数の孔を有し、その平均孔径は、0.1~8 μ m、厚さが20~200 μ m、空孔率が50~80%のものが容易に形成される。多孔質体111としてこれらの何れもが使用できるが、本発明の装置において低い動作電圧、速い応答速度が得られる点から特に有用なものは、平均孔径0.1~0.65 μ m、厚さ40~150 μ m、程度のものが選ばれる。

透光性電極121、122は、上記の多孔質体111表面に、例えば銅を70~80Å程度の厚さに真空蒸着し、これを四塩化炭素等を有機溶媒とした沃素液に浸漬反応させて、沃化第一銅から成る透明導電膜を形成させる。

この導電膜から成る電極121、122は、多孔質体の孔径と比較して極めて薄いため、多孔質体111表面の孔は導電膜によつて埋められることなしに、液体材料112の出入ができるよう(即ち液体浸透性)に構成されている。即ち電極121、122は多孔質体111の孔に対応して多孔性で液体浸透性に形成されている。

本発明における光制御装置では、多孔質体111に対する透光性液体材料112の電気浸透現象を利用している。

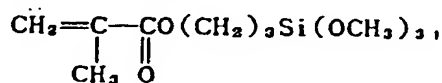
従つて透光性材料112は、多孔質体111を形成する透光性誘電体材料に対して良好な電気浸透性を有しなければならない。

多孔質体111を形成する透光性誘導電体材料としては、前述の材料の他、例えばポリプロピレンや塩化ビニル、透明性は悪いが、ポリアミド(ナイロン)等の合成樹脂、例えばソーダガラス、硼珪酸ガラス、石英ガラス等のガラス材料、酸化珪素(シリカ)、酸化アルミニウム(アルミナ)等の金属酸化物材料や磁器材料、更に繊維型のフィルター状多孔質体を形成する場合にはバルブ等の天然繊維等が使用できる。

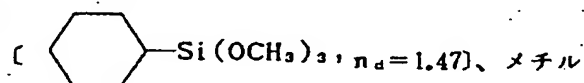
それ故、透光性の液体材料112としては、多孔質体111を形成する透光性誘電体材料に対して、高感度の電気浸透性を有すること、そのためには低粘度で電気抵抗が高く、化学的に安定、また少くとも一方の面が開放空間に面していることから、沸点が高く、低蒸気圧、且つ常温で液体であること、などが要求される。

この条件に対して、モノシラン及びシロキサン構造の何れかの構造を有し、官能基としてアルコキシ基ないしアルキル基の少くとも何れかを有する透明な液体材料が有用である。

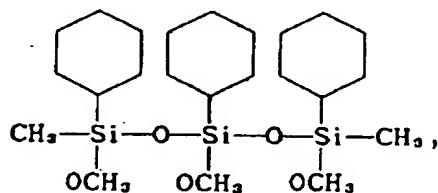
光屈折率と共に例示すると、モノシラン系ではメタクリロキシプロピルトリメトキシシラン〔



$n_d=1.43$ 〕、ビニルトリス(β -メトキシエトキシ)シラン($\text{CH}_2=\text{CHSi}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3)_3$ 、 $n_d=1.43$)、フェニルトリメトキシシラン



トリエトキシシラン($\text{OH}_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ 、 $n_d=1.38$)、テトラアミルシリケート($\text{Si}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ 、 $n_d=1.42$)等が、またシロキサン系では、ジメチルトリフェニルトリメトキシシロキサン〔



$n_d=1.51$)等が有用である。

また他の透光性液体材料112としては、 α -クロルナフタレン($n_d=1.63$)、 α -メチルナフタレン($n_d=1.61$)等少くともハロゲンないしはアルキル基の何れかを官能基として有するナフタレン系液体材料が有用である。

透光性液体材料112は上記の一種ないしは複數種、或いはこれらに更に、ジメチルシリコンオイル($n_d=1.38\sim 1.40$)、メチルフェニルシリコンオイル($n_d=1.42\sim 1.43$)、エチルジフェニル($n_d=1.59$)、等の低蒸気圧、高沸点、3~100セ

ンチストークス程度の低粘度で前記ほど高い電気浸透性をもたない液体をいわゆる溶媒として用い、これに溶解して使用することもできる。

このようにして透光性液体材料 112 は、いわゆる溶媒を含めて単数及び複数種の液体材料から形成されるが、多孔質体 111 に含浸された時、複合体 110 に透光性を付与するために、その屈折率は、多孔質体 111 を形成する透光性誘電体材料の屈折率と同じか、若しくはこれに近い値に選ばれる。多孔質体 111 を形成する誘電体材料とは、等しい屈折率を有する液体材料 112 が存在する場合には、電気浸透性の単一の材料をもつて液体材料 112 を形成することができる。

例えば多孔質体 111 がニトロセルローズで形成される場合、液体材料 112 としては $n_d = 1.51$ のジメチルトリフェニルトリメトキシシロキサン、醋酸セルローズの場合には $n_d = 1.47$ のフェニルトリメトキシシランが有用である。

屈折率が一致していない場合は、多孔質体 111 を構成する透光性誘電体材料の屈折率に対して、大きな屈折率の透光性液体材料と、小なる屈折率の透光性液体材料の少くとも一種ずつの液体材料を適宜混合し、多孔質体 111 に対して透光性液体材料 112 の屈折率を等しく、若しくは近い値に調節して使用される。

勿論この場合、混合による液体材料 112 に含まれる少くとも一種は良い電気浸透性を示すものが用いられ、透光性液体材料 112 全体は、結果として多孔質体 111 に対して電気浸透性に構成される。

例えば、多孔質体 111 がニトロセルローズと醋酸セルローズの混合体である時、 n_d は 1.47 と 1.51 の中間にあるため、例えばジメチルトリフェニルトリメトキシシロキサンとフェニルトリメトキシシランを適宜に混合して屈折率の一致がは

かれる。
前記のセルローズ系の多孔質体 111 に対して低い屈折率を有するテトラアミルシリケートやメチルトリエトキシシランに対しては高い屈折率を有する α -クロルナフタレンや α -メチルナフタレンやエテルジフェニル等を適宜に混合して屈折率のは等しい透光性液体材料 112 を形成することができる。

また醋酸セルローズ系の多孔質体 111 に対し

ては、同様に上記の低い屈折率の電気浸透性液体材料としてビニルトリス (β -メトキシエトキシ) シラン、テトラアミルシリケートやメチルトリエトキシシラン等を使用することができる。

また、反対に電気浸透性液体として α -クロルナフタレンや α -メチルナフタレン等の高屈折率の液体材料を使用し、これに低屈折率のジメチルシリコンオイルやメチルフェニルシリコンオイル、メチルトリエトキシシラン、テトラアミルシリケート、ビニルトリス (β -メトキシエトキシ) シラン等を混合して、多孔質体 111 を構成する透光性誘電材料との屈折率の一致がはかれる。

勿論、必要に応じて多孔質体 111 や透光性液体材料 112 に、必要に応じて、電荷制御剤や表面活性剤等必要な補助剤を混入することができる。

多孔質体 111 は、それ自身透光性誘電体材料から形成されているが、空中においては、その孔に空気 ($n_d \approx 1$) が存在し、多孔質体 111 との屈折率の不整合から光を乱反射し、白色不透明である。

然るに前述の如く、多孔質体 111 と同等ないしはこれに近い屈折率を有する透光性液体材料 112 を含浸させる、屈折率の不整合は取り除かれ、複合体 110 は透明化する。

従つて、第 1 図において、電極 130 と 121 とを導線 171 で接続し、同電位に保持した状態では、この部分の複合体 110 は透明で、入力光 L_1 を照射すると、入力 L_1 は直進透過し、出力光 L_2 を生じる。

然るに、電極 130 と 122 との間の導線 172 を介して直流電圧 V_a を加えると、前記の多孔質体 111 の細孔 113 の壁面と透光性液体材料 112 との接触界面電気二重層を生じていて、多孔質体 111 側が負、液体材料 112 側が正に帯電しているから、液体材料 112 は細孔 113 の壁面に沿つて負電極、すなわち電極 130 側にいわゆる電気浸透を生じ、間隙 160 側に流入する。

それ故電極 122、すなわち開放空間 150 側に面する表面部分の細孔 113 は、図に例示した如く液体含浸率が低下し、空孔となるため、この部分では、細孔 113 に対応して屈折率の不都合

を生じ、入力光 L_1 に対する出力光 L_2 は、図に例示せる如く、散乱透過光 L_2' となり、白色、不透明に観察される。電圧 V_B が大なる程この効果は大になる。直流電圧 V_B を零にすれば、液体材料112は毛管現象により、空孔を埋め、電極121部と同じ透明状態に復帰する。

実験例を示すと、厚さ $120\mu m$ 、孔径 $0.3\sim 0.65\mu m$ の前記セルローズ系多孔質体111と前記の透光性液体材料112と組合わせでは、使用材料によつても変化するが直流電圧 V_B は $20\sim 200V$ の間の電圧値によつて光散乱を生じる。

本発明における光制御装置は、開放空間に面する多孔質体表面の液体含浸率を電気浸透などによつて制御するが、透光性液体材料112の移動は僅か数 μm によつて、屈折率の不整合を生じ、外光散乱が行なえるので、多孔質体111への透光性液体材料112の良好な含浸が不可欠となる。

したがつて、液体材料112は、多孔質体111を形成する透光性誘電体への濡れ接触角が 90° 以下であることが好ましい。

前述の組合せはこの条件を満足する。

液体材料112の多孔質体111中における電気浸透の極性は液体材料112と、多孔質体111を形成する透光性誘電体材料との相関で定まる。

前述の材料例では、液体材料112は負極性に電気浸透し、通常この極性の場合が多い。

しかし、陽電極方向に電気浸透する液体材料112と多孔質体111の組合せも存在する。この場合には電圧極性を第1図とは逆にして同様の動作が行なえる。

高感度動作に当つては液体材料112の選択が重要である。

特に液体材料112を複数種の液体の混合による時、同極性方向の電気浸透を有するものを選択することが望ましい。

また多孔質体111への液体材料112の含浸に当つては電圧を印加していない時に電極121、122面上へ溢れる程の含浸は低感度化するので、透明状態が保持できる可能な範囲で、液体材料112の含浸量を小に制限する。

なお、第1図では開放空間に面する側の透光性電極が121、122の如く互に絶縁されて複数個に分割されているが、これを分割せず単数の電

極とし、支持板140側の電極130を複数個に分割し、選択的に電圧を印加してもよい。このような電極構成は、本実施例にとどまらず多孔質を狭んで対向する電極が設けられる場合は、後述の実施例についても同様に実施できる。

なお、必要に応じて対向する電極のいずれをも互に絶縁された複数個の電極素子で構成し、選択的に電圧印加することもできる。

また、開放空間150側の透光性にして液体浸透性の電極は、本例にとどまらず、酸化インジウム、酸化錫、及びこれらの固溶体等、金属酸化物の蒸着膜で構成することができる。

これらは上記の金属酸化物を、 $10^{-4}\sim 10^{-2}mm$ Hg程度の酸素雰囲気中で、電子ビーム蒸着等によつて、多孔質体表面に蒸着膜を形成して製作できる。液体浸透性をもたせる必要から、その厚さは、原理的には多孔質体111の孔113の大きさ(直径)以下の厚さに選べば良いが、通常にこれより可成り小さく、例えば $200\sim 800\text{\AA}$ 程度の厚さに選ばれる。

第2図は、第1図の装置を使用して電氣的に透過光を制御し、光の濃淡を作り出す光制御装置の実施例である。

図において、280は光源、281は集光レンズ系、282は投映レンズ系、283は投映スクリーン、 L_1 は入射光、 L_2 は透過投映光である。

第1図の装置はレンズ系281と282の間に配置する。液体材料112は、多孔質体111の毛細孔内に含浸されているため、流出することなく、それゆえ、どのような配置もできるという特長があり、クーロンフォースによる油膜変形を使用した従来装置と本質的に異なっている。透光性電極121に相当する部分の複合体110部は透明であるから、スクリーン上283上には明るい投映像284を生じる。然るに透光性電極122側では直流電圧 V_B の印加により光散乱を示し光透過率が低下するので、暗い投映像285を生じ、電氣的に光の強弱を制御することができる。

第3図は、第1図の装置を使用して更に高感度に光の濃淡を電氣的に制御する光制御装置の他の実施例である。380は、平行光源発生器であつて、不透明な平行格子381、383、レンズ系382、384と共に公知のシュリーレン投映系を構成し、レンズ382と格子383との間に第

1図の装置が配置される。複合体110が透明な時、平行格子381の像 L_1 はレンズ系382を介して平行格子383上に結像し、その格子間隙から出力光像 L_2 が漏洩しないように構成されている。この場合には、複合体110面をスクリーン283に投射するレンズ系384を透過する出力光 L_2' は存在しない。

それゆえ、透光性電極121の部分のように複合体110が透明な部分では、スクリーン283上の投映像385は暗く、一方、透光性電極122の部分のように光散乱が行なわれる場合には、この光散乱により光ストッパーとしての平行格子383の間隙を通過する出力光 L_2' の存在のために、明るい光像384を得ることができる。本発明によると従来の油膜変形を利用したものと比較して、どのようにも配置できること、多孔質表面の微細孔部の屈折率の不均一性を利用するため、高感度な動作が行なえる。

以上は、原理の説明のため透光性電極は121、122の二つの場合について例示したが本例にとどまらず、後述の実施例についても通常良く使用されているように、これらの電極をクセグメントの互に絶縁した透光性電極とし、これらに選択的に電圧を加えることにより、数字表示等に使用することができる。勿論、電極130をクセグメント等に分割して選択的に動作させても同様に数字表示が行なえる。

第4図は、本発明にかかる光制御装置の他の実施例の縦断面構造図と給電方式を示す図である。本例は、第2図、第3図のようにレンズ系で投射することなしに、反射による直視型の表示装置の提供を意図したものである。

410は既に説明した複合体で、その表面に421、422、423の三種の互に絶縁された多孔性の透光性電極が被着され、夫々に導線471、472、473を介してスイッチSに接続されている。

440はガラス等の支持板で、その上に酸化錫等の電極430が被着され、この上には更に、カーボンブラック等の塗料等を使用して2~20 μm 程度に薄い光吸収層431を被着し、その上に複合体410を配置する。なお、この光吸収層431は必要とあらば、複合体410の支持板440側の表面上に被着しても良い。何れの場合におい

ても、層431は、透光性液体材料が浸透し得るように構成され、複合体410と電極430との間に介在している限り、その位置は問わない。電極430は導線470を介して、スイッチSに接続された可変直流電源 V_0 に結ばれる。スイッチSを操作し、夫々端子a、b、cに接続すると、電極423、422、421に、選択的に直流電圧 V_0 が加えられる。いま、図の如く、スイッチSを(a)端子に接続する。電極421、422に相当する複合体410の部分は、電圧が印加されないから透明である。従つて外光 L_1 は、透光性電極421、422と複合体410を透過し、光吸収層431で吸収されるために黒く観察できる。

然るに、電極423部では、直流電圧 V_0 によつて電極430は負電位にあるから、第1図で説明したように、透光性液体材料は多孔質体中で、電極430側に電気浸透するから、外光 L_1 を乱反射する。従つて白く観察できる。 V_0 の値を大きくすればする程、白さは増加する。

このようにしてスイッチSをb、cに接続すれば、夫々、電極422、421部が白く、他は黒く観察され、反射型の表示装置が得られる。

なお、本例において、光吸収層431をグラフィット導電塗料等の光吸収性導電膜とすると、この単一層で、電極430と光吸収層431を兼ねることが出来る。この場合の導電性光吸収層は、支持板440上に被着しても、複合体層410側に被着しても良い。

反射型の表示装置の他の更に良好な構成は、第4図において、光吸収層431の替わりに、アルミニウムやニッケル、銀等蒸着膜や、硫化亜鉛や弗化マグネシウム等、高、低屈折率の蒸着膜を交互に重ねた誘電体ミラー等の光反射膜で構成すれば良い。複合体層410が透明な部分だけ、外光 L_1 は散乱を生ぜず透過し、光反射膜で反射するため、黒く観察できる。

一方、第4図の電極423部の如く、直流電圧が印加されて電気浸透を生じた部分では、複合体層410の表面部で外光 L_1 が散乱反射する。しかし複合体層410中に透過した一部の外光 L_1 は光反射膜431で反射され、再び、複合体層410の表面部で光散乱をするため、光利用率が改善され、効果的に白表示が行なえる。

金属蒸着膜による光反射膜は電極としても使用

15

できるため支持板440上に蒸着し、電極430として兼用することも出来る。

金属蒸着膜は、支持板440側の複合体層410表面に蒸着することもできる。

この場合は、光反射膜よりはむしろ光吸収膜として働く場合があり、電極430としての兼用もできる。

また、光吸収膜ないしは光反射膜としての層431は、電極430を金属酸化物等の透明電極として、この電極430被着面と対向する反対側(すなわち外面側)の支持板440側に設置することができる。

この場合の層431は、上記の支持板表面に被着しても、また他の支持板に被着して上記支持板表面より適当な隔たりをもつて配設することができる。図では、開放空間側の電極421、422、423の如く分割されているが、電極430を分割しても同様に動作する。

第5図は、光透過を制御するに有用な本発明にかかる光制御装置の部分的な縦断面構造図と給電方式を示す図である。

510は既に第1図で詳述した複合体層で、酸化錫等の透明導電膜から成る相隣る二組の電極群531、532を被着した透明なガラス支持板540上に設置される。電極531、532の間隙は例えば $10\mu m$ 、夫々の導電部の幅は間隙よりも広く例えば $300\mu m$ 程度に選ぶ。

複合体510は、例えば厚さ $40\sim 120\mu m$ 、平均径 $0.5\mu m$ 、醋酸セルローズ($n_d \approx 1.47$)系のマイクロポーラスメンブレンフィルタから成る多孔質体に、メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン($n_d = 1.43$)と α -メテルナフタレン($n_d = 1.61$)との混合液($n_d \approx 1.47$)を透光性液体材料として用いる。

電極531、532は夫々導線571、572を介して電源590に接続する。

第6図は、第5図の装置の一部を取り出したの動作説明図である。

第6図aは電極531、532間に電圧が印加されない場合で、透光性液体材料512はその表面張力及び毛管現象により多孔質511中に均一に含浸され、複合体510は透明である。従つて外光 L_1 は透過し出力透過光 L_2 を生ずる。

しかる第6図bの如く電極531が電極532

16

に対して負の電圧が印加されると前記の材料組成によると多孔質体511に対して透光性液体材料512は負電極側に電気浸透を起こすため、液体材料512は負電極531側に集まり、正電極532側の液体含浸率は低下する。

それ故負電極531側では、良好な光透過を示すが、正電極532側では、入力光 L_1 は複合体510の開放空間側表面で乱反射し、透過出力光 L_2 は減少する。

この傾向は電圧値と共に増加する。電圧値が零になれば、液体材料512の表面張力や毛管現象により瞬間にaの状態に復帰する。また電圧極性を反転するとbとは反対に電極531側の液体含浸率が低下し、光透過率が減少する。実験によると前述の構成例では0.1Vの電圧印加で電気浸透による電極531、532上の液体含浸率の変化が始まり、8~20V程度でほぼ飽和する。電圧印加に対する応答速度も速く、500~1000Hz程度の交番電圧の変化が対応できる。

それ故、この周波数以下の矩形ないし正弦波状の交番電圧を電源590から電極531、532に加えると、電圧振幅と共に、複合体510の実質的な光透過率を減少させることができる。

このような電気的な光透過制御は、第2図の如き投映光学系や、第3図の如きシュリーレン光学系に組み込むことにより更に効果的な透過光制御が行なえる。なお、電極531、532は液体浸透性に構成すれば、支持板540に対して反対側の多孔質510の表面上に設置することもできる。

第7図は、本発明にかかる光制御装置の他の実施例の縦断面部分図と給電方式を示す図である。

第5図と異なっているのは、電極531、532の内の一方の電極の少くとも導電部分を実質的に不透明に構成したことである。

本例では、電極531上にカーボンブラック等の黒色ペイントからなる不透明層533を薄く塗布し、電極531の導電部分から、間隙部に亘つて不透明に構成してある。なお、間隙部が狭い場合にはこの部分の不透明層533は除去することができる。

また、電極531を、アルミニウム等の金属や、黒鉛等の不透明物質の蒸着膜等の不透明電極で構成すれば、不透明層533を除去し、不透明

にした電極531で兼用することもできる。電極531, 532は導線571, 572を介して可変直流電源V₀に接続される。

第5図と同様の多孔質体に透光性液体材料で複合体510を構成すれば、直流印加によつて液体材料は、その電圧値に応じて負電極537方向に電気浸透し、正電極532側では液体含浸率が低下し、光散乱を起こして実質的な光透過率が低下する。

しかし負電極531側は液体含浸率が増加し、複合体510それ自身は透明状態を形成するが、不透明層533、或いは不透明な電極531により光透過が阻止される。

それ故、透明状態と光散乱状態が共存する第5図の実施例と比較して、遙かに有効な光透過制御が行なえる。この光制御装置も、第2図や第3図の如き光学投影系やシユレーリン光学系に組み込んで、更に効果的な電氣的な光透過制御が行なえる。

第8図は、本発明にかかる光制御装置の他の実施例の縦断面構造図と給電方式を示す図である。

第9図は、第8図の装置を上面ないしは下面側から見た場合の平面部分図である。なお、図の右側部分は説明の便宜上、透光性液体材料は除去して示してある。

第8図、第9図において、多孔質体811は、例えば透明ガラスから成り、多数個の中空ガラス管を束ねて融着し、これを平板状にスライスし、研磨したものである。公知のガラスファイバー板の、ガラスファイバーの部分が中空になり、貫通する円孔を有するものと同じ構造に有する。

上面から下面に貫通する円孔813は、例えば30~70 μ m程度の平均孔径を有し、多孔質体811は200~2000 μ m程度の厚さに構成する。多孔質体811の上面及び下面には夫々酸化錫等の透光性電極831, 832を被着し、これらは導線871, 872を介して可変直流電源V₀に接続されている。また複合体810は、プラスチック等による支持体833に固定される。

透光性液体材料812は、円孔813中に含浸されるが、多孔質体811が例えばソーグガラス($n_d=1.51$)で作られる場合には、電気浸透性の透明液体材料812としては例えばトリフェニルトリメトキシジメチルシロキサン($n_d=1.51$)

を使用し、液面が、ほぼ電極813, 832面と平行になるよう含浸させる。

本例では、複合体810の対向する両面が開放空間に面している。したがつて多孔質体811に対して透光性液体材料812が電気浸透性を有する限り、電極831, 832に電圧を印加しさえすれば、その極性を問わず、電極831, 832の何れかの側に空孔、すなわち液体含浸率が低下して光散乱を生じ、実質的に光透過率が減少し、透過光制御が行なえる。

上述の実施例では、液体材料812は負電極方向に電気浸透するので、第8図の給電方式では、正電圧が印加される電極831表面側の液体含浸率が低下する。良好な動作は100~300Vの電圧で行なえる。

このように両面が開放空間に面する動作は、前述のマイクロポーラスメンブレンフィルタを多孔質体とした場合においても全く同様に動作させることができる。従つて本発明にかかる光制御装置では、少くとも一方の表面が開放空間に面していればよい。なお第8図では多孔質体811を形成する透光性誘電体材料として、ガラス材料を使用した例を述べたが、中空円筒のプラスチックファイバーから構成しても、またプラスチックシートに、化学的、機械的に円孔をあけても良い。

また、多孔質体はガラスや、アルミナ、酸化シリコン等の金属酸化物、磁器等の微粒子を板状に圧縮、整形し、これを加熱して微粒子を融着させることにより、一方の面から他方の面に径路を問わず実質的に連結貫通する孔ないしは隙間を有するよう形成することもできる。

また、マイクロポーラメンブレンフィルタ状に多孔質体を形成することは特に有効であるが、この素材たる透光性誘電体材料としては、塩化ビニル、ポリプロピレン、また少し光透過率が低下するがポリアミド(ナイロン)や4非化エチレン等の合成樹脂も同様に使用できる。以上の説明では、多孔質体として膜、板、粒子性のものについて述べたが、通常の紙や織物等繊維状のものでも構成できる。すなわち例えばニトロセルローズ、酢酸セルローズ、及びこれらの混合体、プロピレン、ポリアミド等の合成樹脂、例えばセルローズ等の天然繊維、ガラス繊維等、横に走る繊維をもつて、膜、布状に構成し、相隣る各繊維相互間の

隙間に連結によつて好ましくは厚み方向に液体が透過し得る、いわゆるフィルターを形成していれば良い。このように種々の材料の組合せで構成できるが、透光性液体材料によつて、多孔質体を形成する透光性誘導体材料が化学的に浸蝕されないよう適当に選ばれることは述べるまでもない。

また、透光性の液体材料として主に負電極方向に電気浸透するものを例示して説明したが、正電極方向に電気浸透する材料も、同様に使用することができる。

以上、述べたように本発明は、透光性誘導体材料から成る多孔質体に、ほぼ近い屈折率を有する透光性液体材料を含浸させ、例えばその電気浸透によつて開放空間に面する側の液体含浸率の変化により外光を制御する光制御装置であつて、液晶装置などと異なり遥かに動作温度範囲が広く取れる。すなわち動作温度の上限は液体材料の沸点や誘導体材料の軟化点で定まり、下限は液体材料の氷点で定まり、 $-30^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$ 程度のものも可能となり液晶装置が、約 $0^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 程度の液晶温度で制限されるのに対し、遥かに広い光制御装置が得られる。

また、電気浸透現象によるため液晶装置の如き配向処理など全く不必要、またセルローズエステル等の多孔質体、すなわち一種の紙が使用できるため、均一厚さの広面積のものが可能であるため、配向処理の不要と相俟つて遥かに大面積の光制御装置が実現できる等数多くの利点をもつ。

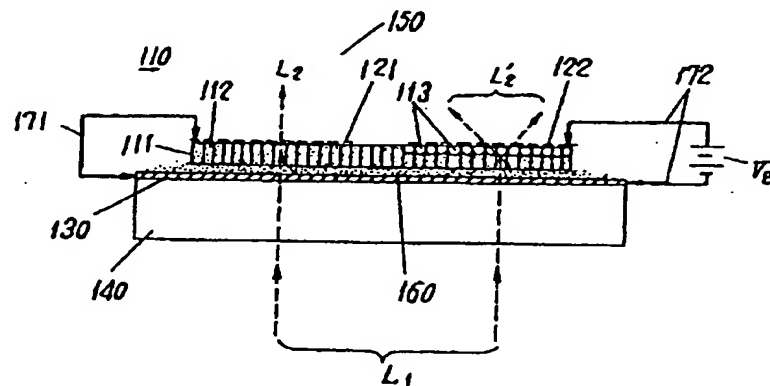
それ故、単なる電氣的な光制御にとどまらず、互に絶縁された複数個の電極を設置し、選択的に給電することにより、アルファニューメリックな表示装置としても、また、電圧パターンや電荷パターンを複合体に加え、動作するようにすれば透過ないしは反射型の画像表示装置としても使用でき、産業上極めて有用である。

図面の簡単な説明

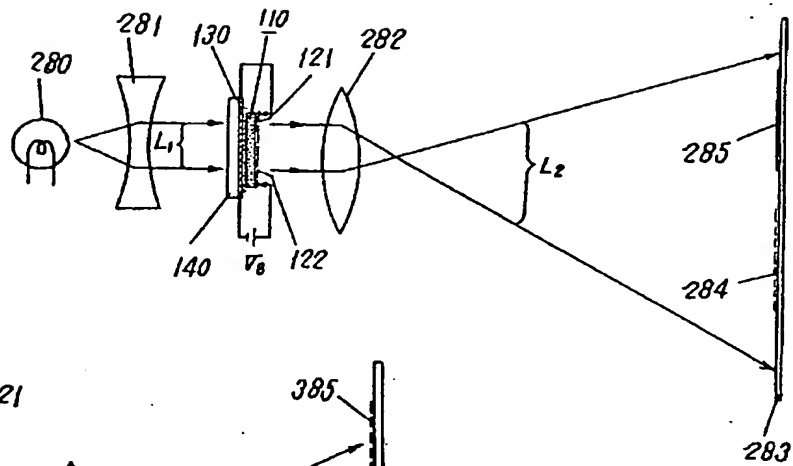
第1図は本発明にかゝる光制御装置の一実施例の縦断面構造と動作原理を説明する図、第2図及び第3図は第1図装置の関連における本発明にかゝる光制御装置の夫々他の実施例を示す図、第4図は本発明にかゝる光制御装置の他の実施例の縦断面構造図と給電方式を示す図、第5図は更に他の実施例の縦断面構造と給電方式を示す図、第6図a、bはその動作原理の説明図である。第7図は本発明にかゝる光制御装置の他の実施例の縦断面構造図と給電方式を示す図、第8図は更に他の実施例の縦断面構造と給電方式を示す図、第9図は第8図装置の上面及至は下面部分図である。

111、511、811……透光性誘導体材料から成る多孔質体、112、512、812……透光性液体材料、110、410、510、810……複合体、140、440、540……支持板、121、122、421、422、433、831、832……液体浸透性の透光性電極、130、430、531、532……電極、 V_0 、590……電源。

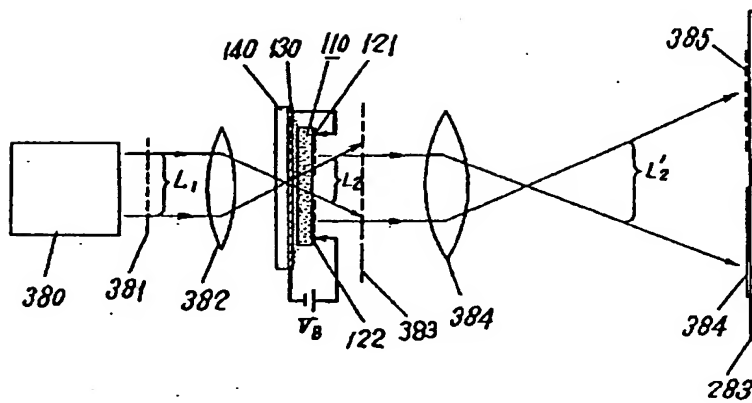
第1図



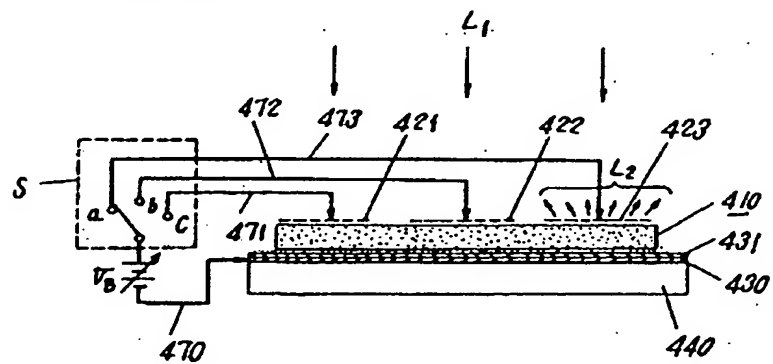
第 2 図



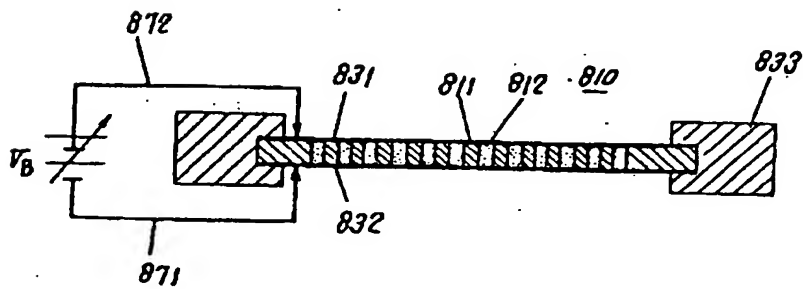
第 3 図



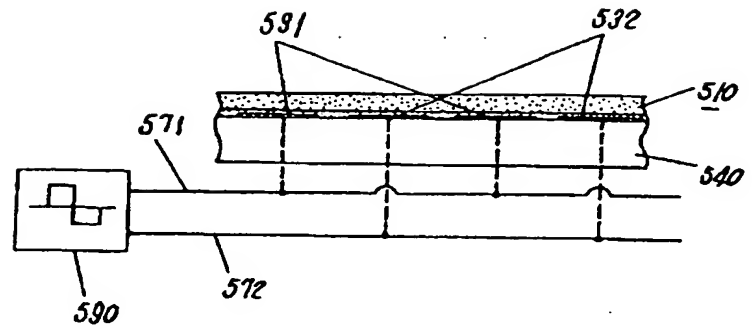
第 4 図



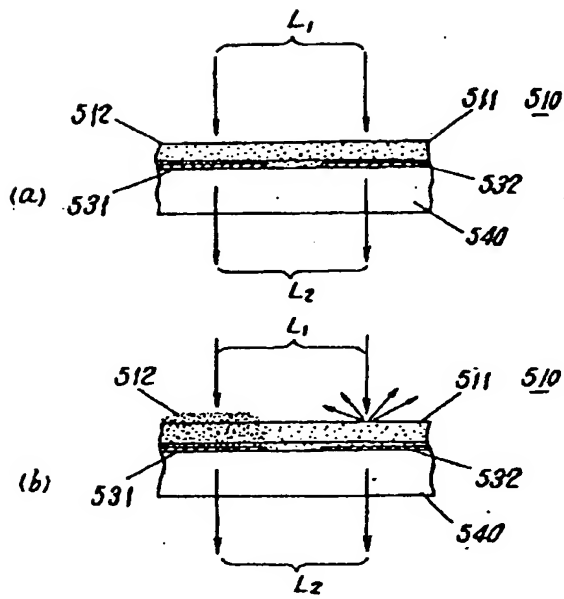
第 8 図



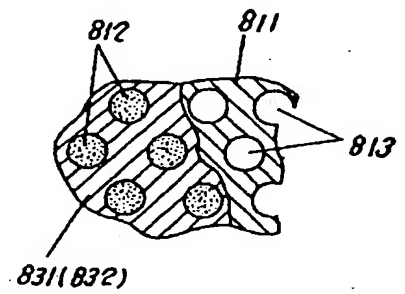
第 5 図



第 6 図



第 9 図



第 7 図

